

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-109344

(43)Date of publication of application : 23.04.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/1335

F21V 8/00

G02B 6/00

G09F 9/00

(21)Application number : 09-264237

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 29.09.1997

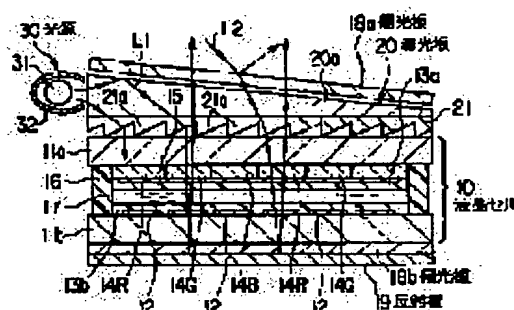
(72)Inventor : TAKEI MANABU

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To brighten both of the display using external light and the display using the light from a light source.

SOLUTION: A reflection plate 19 for reflecting incident light at a high reflectance is provided behind a rear side polarizing plate 18b arranged on the rear side of a liquid crystal cell 10, and a light transmission plate 20 respectively emitting the incident light from the front surface and the incident light from an end surface to the rear surface to be made incident on the liquid crystal cell 10, and emitting emission light from the liquid crystal cell 10 made incident on the rear to the front is arranged on the front of the liquid crystal cell 10, and a liquid source 30 is opposed to the end surface of this light emission plate 20. Further, a front side polarizing plate 18a is arranged on the front side of the light emission plate 20, and a reflective display is performed even when the external light is used, and even when the light from the light source is used.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-109344

(43)公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	G 0 2 F 1/1335 5 3 0
	5 2 0	5 2 0
F 2 1 V 8/00	6 0 1	F 2 1 V 8/00 6 0 1 D
G 0 2 B 6/00	3 3 1	G 0 2 B 6/00 3 3 1
G 0 9 F 9/00	3 3 6	G 0 9 F 9/00 3 3 6 B
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)		

(21)出願番号 特願平9-264237

(22)出願日 平成9年(1997) 9月29日

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72)発明者 武居 学

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ

オ計算機株式会社八王子研究所内

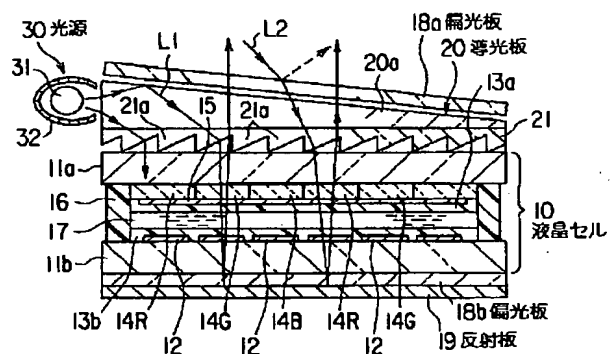
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 外光を利用する表示と光源からの光を利用する表示とを行なう液晶表示装置として、両方の表示を明るくすることができるものを提供する。

【解決手段】 液晶セル10の後面側に配置した後側偏光板18bの背後に入射光を高い反射率で反射させる反射板19を設け、前記液晶セル10の前面に、前面からの入射光と端面からの入射光とをそれぞれ後面に出射して液晶セル10に入射させるとともに前記後面に入射する液晶セル10からの出射光を前面に出射する導光板20を配置して、この導光板20の端面に光源30を対向させ、さらに、前側偏光板18aを前記導光板20の前面側に配置し、外光を利用するときも光源からの光を利用するときも反射型表示を行なうようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内面に電極が形成された前後一對の基板間に液晶層を設けた液晶セルと、この液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板と、前記後側偏光板の背後に設けられた反射部材と、前記液晶セルの前面に配置され、前面からの入射光と端面からの入射光とをそれぞれ後面に出射して前記液晶セルに入射させるとともに前記後面に入射する前記液晶セルからの出射光を前面に出射する導光板と、この導光板の前記端面に対向させて配置された光源とを備え、前記前側偏光板が前記導光板の前面側に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記導光板は、その端面から入射した光を前記液晶セルの前面に垂直な方向に近い方向に向けて前記後面から出射させる屈折手段を備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、外光を利用する表示と、光源からの光を利用する表示との両方を行なう液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置として、自然光や室内照明光等の外光を利用する表示と、表示装置が備えている光源からの光を利用する表示との両方を行なう、いわゆる 2 ウエイ表示型のものがある。

【0003】 この 2 ウエイ表示型の液晶表示装置としては、従来、内面に電極が形成された前後一對の基板間に液晶層を設けてなる液晶セルをはさんで前側偏光板および後側偏光板を配置し、前記後側偏光板の背後に半透過反射板を配置するとともに、この半透過反射板の背後にバックライトを配置したものが知られている。

【0004】 この液晶表示装置は、十分な明るさの外光が得られるときは外光を利用する反射型表示を行ない、十分な明るさの外光が得られないときはバックライトを点灯させて透過型表示を行なうものであり、バックライトの光を利用するときは、バックライトからの光のうちの前記半透過反射板を透過した光が、後側偏光板によりその吸収軸に沿った偏光成分の光を吸収され、透過軸に沿った偏光成分の直線偏光光となって液晶セルに入射して、この液晶セルを透過した光のうち、前側偏光板の透過軸に沿った偏光成分の光が前記前側偏光板を透過して前面に出射する。

【0005】 また、外光を利用するときは、前面から入射する外光が、前側偏光板によりその吸収軸に沿った偏光成分の光を吸収され、透過軸に沿った偏光成分の直線偏光光となって液晶セルに入射して、この液晶セルを透過した光が後側偏光板に入射し、その透過軸に沿った偏光成分の光が前記後側偏光板を透過して半透過反射板で反射され、前記後側偏光板と液晶セルと前側偏光板とを

順に透過して前面に出射する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記従来の 2 ウエイ表示型液晶表示装置は、外光を利用する表示においても、またバックライトからの光を利用する表示においても、光の利用効率が悪く、したがって、外光を利用するときもバックライトからの光を利用するときも表示が暗いという問題をもっている。

【0007】 これは、半透過反射板が、入射光をその特性に応じた反射／透過率で反射および透過させるものであるため、外光を利用する反射型表示では、前側偏光板と液晶セルと後側偏光板とを順に透過して半透過反射板に入射した光のうち、この半透過反射板の透過率に応じた量の光が後面側に透過してロス光となり、またバックライトの光を利用する透過型表示では、バックライトからの光のうちの半透過反射板の反射率に応じた量の光が半透過反射板で反射されてロス光となってしまうためである。

【0008】 この発明は、外光も光源からの光も高い効率で利用して、外光を利用する表示と光源からの光を利用する表示との両方を明るくすることができる 2 ウエイ表示型の液晶表示装置を提供することを目的としたものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 この発明の液晶表示装置は、内面に電極が形成された前後一對の基板間に液晶層を設けた液晶セルと、この液晶セルをはさんで配置された前側偏光板および後側偏光板と、前記後側偏光板の背後に設けられた反射部材と、前記液晶セルの前面に配置され、前面からの入射光と端面からの入射光とをそれぞれ後面に出射して前記液晶セルに入射させるとともに前記後面に入射する前記液晶セルからの出射光を前面に出射する導光板と、この導光板の前記端面に対向させて配置された光源とを備え、前記前側偏光板が、前記導光板の前面側に設けられていることを特徴とするものである。

【0010】 この液晶表示装置は、外光を利用する表示と、光源からの光を利用する表示との両方を行なう 2 ウエイ表示型のものであり、光源からの光を利用するときは、前記光源からの光が、前記導光板にその端面から取り込まれ、この導光板内を導かれてその後面に出射する。

【0011】 そして、前記導光板の後面に出射した光は、液晶セルを透過して後側偏光板に入射し、この後側偏光板によりその吸収軸に沿った偏光成分の光を吸収されて透過軸に沿った偏光成分の直線偏光光となり、その光が前記反射部材で反射され、前記後側偏光板を再び透過して液晶セルに入射して、この液晶セルを透過した光が前記導光板をその厚さ方向に透過して前側偏光板に入射し、その光のうちの前記前側偏光板の透過軸に沿った

偏光成分の光がこの前側偏光板を透過して出射する。

【0012】また、外光を利用するときは、前面から入射する外光が、前側偏光板によりその吸収軸に沿った偏光成分の光を吸収されて透過軸に沿った偏光成分の直線偏光光となり、その光が前記導光板をその厚さ方向に透過して液晶セルに入射し、この液晶セルを透過した光のうち、後側偏光板の透過軸に沿った偏光成分の光が前記後側偏光板を透過して、その光が反射部材で反射され、前記後側偏光板と液晶セルと導光板と前側偏光板とを順に透過して前面に出射する。

【0013】すなわち、この液晶表示装置は、外光を利用するときも光源からの光を利用するときも反射型表示を行なうものであり、したがって、前記反射部材は、入射光を高い反射率で反射させるものでよい。

【0014】このため、この液晶表示装置によれば、外光も光源からの光も高い効率で利用することができるから、外光を利用して表示するときも、前記光源からの光を利用して表示するときも、十分に明るい表示を得ることができる。

【0015】しかも、この液晶表示装置によれば、外光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、前記導光板の前面側に配置された前側偏光板と、液晶セルの後面側に配置された後側偏光板とをそれぞれ2度ずつ透過するが、光源からの光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、後側偏光板を2度、前側偏光板を1度透過するだけであり、したがって、光源からの光を前面側から入射させるものでありながら、光源からの光を利用するときの偏光板による光の吸収を軽減して光の利用効率をより高くし、光源からの光を利用する表示をさらに明るくすることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】この発明の液晶表示装置は、液晶セルの後面側に配置した後側偏光板の背後に入射光を高い反射率で反射させる反射部材を設け、前記液晶セルの前面に、前面からの入射光と端面からの入射光とをそれぞれ後面に出射して前記液晶セルに入射させるとともに前記後面に入射する前記液晶セルからの出射光を前面に出射する導光板を配置して、この導光板の前記端面に光源を対向させ、さらに、前側偏光板を前記導光板の前面側に配置することにより、外光も光源からの光も高い効率で利用して、外光を利用して表示するときも、前記光源からの光を利用して表示するときも、十分に明るい表示を得ることができるようにしたものである。

【0017】この発明の液晶表示装置において、前記導光板は、その端面から入射した光を前記液晶セルの前面に垂直な方向に近い方向に向けて前記後面から出射させる屈折手段を備えたものが望ましい。

【0018】このような導光板を用いれば、この導光板の端面に対向させて配置した光源からの光を液晶セルに対してその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、

前記反射部材で反射された光を前記垂直な方向に近い方向に出射させて、光源からの光を利用する表示を、正面輝度が高く、また視差もほとんど無い良好な表示とすることができる。

【0019】

【実施例】図1はこの発明の第1の実施例による液晶表示装置の断面図であり、図において左側が画面の上縁側、右側が画面の下縁側である。この液晶表示装置は、液晶セル10と、この液晶セル10をはさんで配置された前側偏光板18aおよび後側偏光板18bと、前記後側偏光板18bの後面側に反射部材として設けられた鏡面反射板19と、前記液晶セル10の前面に配置された導光板20と、この導光板20の端面に対向させて配置された光源30とを備えており、前記前側偏光板18aは、前記導光板20の前面側に配置されている。

【0020】前記液晶セル10は、例えばアクティブマトリックス方式のものであり、前後一対の透明基板（ガラス基板）11a、11bのうち、後面側の基板11bの内面には、マトリックス状に配列する複数の透明な画素電極12が形成され、その上に配向膜13bが設けられている。

【0021】なお、図では省略しているが、この後面側基板11bの内面には、各画素電極12にそれぞれ対応させてTFT（薄膜トランジスタ）からなる能動素子が設けられるとともに、各画素電極行のTFTにゲート信号を供給するためのゲートラインと、各画素電極列のTFTにデータ信号を供給するためのデータラインとが配線されており、前記各画素電極12は、その電極に対応するTFTに接続されている。

【0022】一方、前面側の基板11aの内面には、前記各画素電極12にそれぞれ対応させて赤、緑、青のカラーフィルタ14R、14G、14Bが交互に並べて設けられるとともに、これらのカラーフィルタ14R、14G、14Bの上に前記画素電極13の全てに対向する一枚膜状の透明な対向電極15が形成されており、その上に配向膜13aが設けられている。なお、図では省略しているが、前記カラーフィルタ14R、14G、14Bは透明な保護膜（絶縁膜）で覆われており、対向電極15は前記保護膜の上に形成されている。

【0023】そして、前記一対の基板11a、11bは、枠状のシール材16を介して接合されており、その両基板11a、11b間の前記シール材16で囲まれた領域に液晶層17が設けられている。この液晶層17の液晶の分子は、両基板11a、11bの近傍における配向方向を前記配向膜13a、13bでそれぞれ規制され、両基板11a、11b間において所定の配向状態で配向している。

【0024】一方、上記液晶セル10の前面に配置された導光板20は、その前面から入射する外光および一端面から入射する光源30からの光を後面に出射して液晶

5

セル10に入射させるとともに、後面に入射する前記液晶セル10からの出射光を前面に出射するものであり、この実施例で用いた導光板20は、導光板本体20aの後面に、前記端面から入射した光を前記液晶セル10の前面に垂直な方向に近い方向に向けて前記後面から出射させる屈折手段としてプリズムシート21を積層した構成のものである。

【0025】前記導光板本体20aは、その前面を一端から他端に向かって後面に近くなるように傾斜させた楔状の透明板であり、その両端面のうちの高さが大きい方の端面が、光源30からの光の取り込み面（以下、光源光取り込み端面という）となっている。なお、図では導光板本体20aの前面の傾斜を誇張して示したが、その傾斜角（後面に対する角度）は、 1° ～ 10° の範囲、望ましくは 2° ～ 5° の範囲、さらに望ましくは 3° ～ 4° の範囲に設定されている。

【0026】また、前記プリズムシート21は、透明板の一方の面に、その幅方向に沿う複数の横長のプリズム部21aをその幅方向に連続させて互いに平行に形成したものであり、これらのプリズム部21aはそれぞれ、一側面が垂直で他側面が傾斜した直角三角形形状の断面形状を有している。

【0027】なお、このプリズムシート21の各プリズム部21aの配列ピッチは、上記液晶セル10の画素領域の配列ピッチとほぼ等しいか、あるいはそれより小さく設定されている。図1に示した例では、プリズムシート21の各プリズム部21aの配列ピッチを、液晶セル10の画素領域の配列ピッチのほぼ $1/1.5$ としている。

【0028】前記プリズムシート21は、そのプリズム形成面とは反対側の平坦面を前記導光板本体20aの後面に向き合わせ、各プリズム部21aの長さ方向を前記導光板本体20aの光源光取り込み端面と平行にするとともに、各プリズム部21aの垂直な側面を前記光源光取り込み端面の方向に向けて、図示しない透明な粘着剤（両面粘着シートでもよい）により導光板本体20aの後面に貼り付けられている。

【0029】なお、前記導光板本体20aとプリズムシート21は、アクリル系樹脂等の透明材料で形成するが、それぞれの光の屈折率は同じであるのが望ましく、また前記粘着剤には、導光板本体20aおよびプリズムシート21とほぼ同じ屈折率のものをを用いるのが好ましい。

【0030】このように導光板本体20aおよびプリズムシート21と前記粘着剤の屈折率をほぼ同じにすれば、導光板本体20aとプリズムシート21の一方から他方への光透過経路を、両者の界面での光の屈折や反射及び散乱がほとんどない直線的な経路にすることができる。

【0031】そして、上記導光板20は、その導光板本

6

体20aの光源光取り込み端面および前記プリズムシート21の各プリズム部21aの垂直な側面とを外光の主な取り込み側に向けて液晶セル10の前面に配置されている。

【0032】すなわち、2ウェイ表示型の液晶表示装置は、外光を利用するときは通常の反射型液晶表示装置と同様に、画面に垂直な方向に対して画面の上縁側に傾いた方向から主に外光を取り込むように、明るい外光が得られる方向に画面を向けて使用される。

【0033】そこで、この実施例では、上記導光板20を、導光板本体20aの光源光取り込み端面および前記プリズムシート21の各プリズム部21aの垂直な側面を外光の主な取り込み側である画面の上縁側に向けて設けている。

【0034】なお、上記導光板20は、そのプリズムシート21の各プリズム部21aの頂部を液晶セル10の前面（前面側基板11aの外面）に当接または近接させた状態で図示しない支持手段に支持されている。

【0035】また、上記光源30は、前記導光板20の端面全長にわたる長さの直管状蛍光ランプ31と、この蛍光ランプ31からその周囲に放射される光を前記導光板20の端面に向けて反射するリフレクタ32とからなっており、前記リフレクタ32は、一側に光の出射口を有する楕円筒状をなしている。この光源30は、上記導光板20の側方に、前記リフレクタ32の出射口を導光板本体20aの光源光取り込み端面に対向させて配置されている。

【0036】さらに、上記前側偏光板18aは、上記導光板20の前面側に、その前面（導光板本体20aの前面）との間に僅かな間隙（空気層）を存して、導光板20の前面とほぼ平行に配置され、図示しない支持手段に支持されている。

【0037】また、上記後側偏光板18bは、前記液晶セル10の後面（後面側基板11bの外面）に張り付けられており、その後面に上記反射板19が貼り付けられている。

【0038】なお、この実施例の液晶表示装置は、例えばTN（ツイステッドネマティック）方式のものであり、前記液晶セル10の液晶層17の液晶の分子は両基板11a、11b間においてほぼ 90° のツイスト角でツイスト配向しており、前側偏光板18aと後側偏光板18bは、それぞれの透過軸の方向を互いにほぼ直交させるか、あるいは互いにほぼ平行にして設けられている。

【0039】この液晶表示装置は、外光を利用する表示と、光源30からの光を利用する表示との両方を行なう2ウェイ表示型のものであり、前記光源30は、充分な明るさの外光が得られないときに使用される。

【0040】まず、光源30からの光を利用する表示について説明すると、光源30からの光は、図1に矢線L

1で示すように、導光板20にその端面から取り込まれて導光板20内を導かれ、その後面に射出して液晶セル10に入射する。

【0041】この場合、光源30からの光は、導光板本体20aにその光源光取り込み端面から様々な入射角で入射するが、前記導光板本体20aの前面は光源光の取り込み端側から反対側に向かって後面に近くなるように傾斜しており、また導光板本体20aの前面とその前面側に配置された前側偏光板18aとの間の間隙が空気層となっているため、光源光取り込み端面から導光板本体20aに入射した光のうち、導光板本体20aの前面に向かう光は、導光板本体20aの前面（前側偏光板18aとの間の空気層との界面）で全反射され、導光板本体20aの後面方向に導かれる。

【0042】また、前記光源光取り込み端面から入射した光のうちの導光板本体20aの後面に向かう光と、前記導光板本体20aの前面で反射された光は、導光板本体20aの後面から前記プリズムシート21の各プリズム部21aに入射する。

【0043】そして、前記プリズム部21aは、上述したように一側面が垂直で他側面が傾斜した直角三角形形状の断面形状を有しており、その垂直な側面が導光板本体20aの光源光取り込み端面の方向に向いているため、各プリズム部21aに入射する光は、これらのプリズム部21aの傾斜面に対して、その傾斜面に向き合う方向（垂直な側面の方向）から入射し、その光のうち、前記プリズム部21aの傾斜面、つまり液晶セル10との間の空気層と前記傾斜面との界面に対して全反射角臨界角よりも大きい（垂直に近い）角度で入射した光が、この界面を透過し、垂直方向に対する角度が小さくなった方向の光となって導光板20の後面に射出して、液晶セル10に入射する。

【0044】なお、前記プリズム部21aの傾斜面に対して全反射角臨界角よりも小さい角度で入射した光は、この傾斜面で全反射されるが、その光は、導光板本体20aの前面で反射されて他のプリズム部21aに入射し、そのプリズム部21aの傾斜面に対して全反射角臨界角よりも大きい角度で入射した光が前記界面を透過して射出するため、導光板20に取り込まれた光源30からの光のほとんどが、ロスを生じることなく導光板20の後面に射出して液晶セル10に入射する。

【0045】この液晶セル10に入射する光は、偏光板による偏光作用を受けていない非偏光光であり、液晶層17を透過しても光学的な変化は起こさず、したがって、カラーフィルタ14R、14G、14bBによりその吸収波長域の光吸収されて赤、緑、青に着色するだけで、非偏光光のまま液晶セル10の後面に射出する。

【0046】前記液晶セル10を透過した光は、後側偏光板18bに入射し、この後側偏光板18bによりその吸収軸に沿った偏光成分の光を吸収されて透過軸に沿

た偏光成分の直線偏光光となり、この後側偏光板18bを透過した光が反射板19で反射され、前記後側偏光板18bを再び透過して液晶セル10にその後面側から入射する。

【0047】このときは、液晶セル10にその後面側から入射する光が直線偏光光であるため、この光は、液晶セル10を透過する過程で液晶層17の複屈折性（この液晶層の複屈折性は、電極14、15間に印加される電圧による液晶分子の配向状態の変化に応じて変化する）に応じて偏光状態を変え、液晶セル10の前面に射出する。なお、この射出光は、カラーフィルタ14R、14G、14bBを再び透過してより色純度が高くなった着色光である。

【0048】前記液晶セル10の前面に射出した光は、導光板20にその後面から入射し、この導光板20を厚さ方向に透過してその前面に射出する。そして、前記導光板20を射出した光は、前側偏光板18aに入射し、その光のうちの前記前側偏光板18aの透過軸に沿った偏光成分の光が、この前側偏光板18aを透過して射出する。

【0049】この場合、前記液晶セル10からの射出光は、液晶セル10への入射光が上記のような垂直方向に対する角度が小さくなった方向の光であり、その光が前記反射板（鏡面反射板）19により入射角に応じた反射角で反射されるため、垂直方向に対する角度が小さい方向の光である。

【0050】また、前記液晶セル10を射出した光は、前記導光板20にその後面から入射してその前面に射出するが、液晶セル10からの射出光は、まずプリズムシート21の各プリズム部21aにその傾斜面から入射してさらに垂直方向に近くなる方向に屈折され、さらに導光板本体20aの前面でより垂直方向に近くなる方向に屈折されるため、導光板20の前面に射出し前側偏光板18aを透過して射出する光の射出方向は、ほぼ垂直な方向である。

【0051】次に、外光を利用する表示について説明すると、このときは、液晶表示装置にその前面から図1に矢線L2で示すように入射する外光が、前側偏光板18aによりその吸収軸に沿った偏光成分の光を吸収されて透過軸に沿った偏光成分の直線偏光光となり、その光が導光板20をその厚さ方向に透過して液晶セル10に入射する。

【0052】この場合、外光は、上述したように、画面に垂直な方向に対して画面の上縁側に傾いた方向から主に取り込まれるが、この外光の取り込み方向は、導光板20の光源光の取り込み端側の方向である。

【0053】そして、導光板本体20aの前面は、外光の取り込み側（光源光の取り込み端側と同じ側）から反対側に向かって後面に近くなるように傾斜しており、この導光板本体20aの前面と平行に上記前側偏光板18

a が配置されているため、液晶表示装置にその前面から入射する外光は、前側偏光板 18 a の前面（外気との界面）で液晶セル 10 の前面に垂直な方向に近くなる方向に屈折されて導光板本体 20 a に入射し、この導光板本体 20 a をその厚さ方向に透過した光が、さらにプリズムシート 21 の各プリズム部 21 a で屈折されて、前記垂直方向に対する角度が小さくなった方向の光となって導光板 20 の後面に出射し、液晶セル 10 に入射する。

【0054】この液晶セル 10 に入射した光は、カラーフィルタ 14 R, 14 G, 14 b B によりその吸収波長域の光が吸収されて赤、緑、青に着色するとともに、液晶層 17 を透過する過程でその複屈折性に応じて偏光状態を変え、液晶セル 10 の後面に出射する。

【0055】前記液晶セル 10 を透過した光は、後側偏光板 18 b に入射し、その光のうちの前記後側偏光板 18 b の透過軸に沿った偏光成分の光がこの後側偏光板 18 b を透過して、その光が反射板 19 で反射される。

【0056】この反射光は、前記後側偏光板 18 b を再び透過して液晶セル 10 にその後面側から入射し、この液晶セル 10 の前面に出射する。なお、この出射光は、カラーフィルタ 14 R, 14 G, 14 b B を再び透過してより色純度が高くなった着色光である。

【0057】そして、液晶セル 10 の前面に出射した光は、導光板 20 にその後面から入射して、まずプリズムシート 21 の各プリズム部 21 a によりさらに垂直方向に近くなる方向に屈折され、さらに導光板本体 20 a の前面でより垂直方向に近くなる方向に屈折されて、前側偏光板 18 a を経て前面に出射する。

【0058】なお、この実施例では、前記導光板本体 20 a の前面の傾斜角と、前記プリズムシート 21 の各プリズム部 21 a を、光源 30 からの取り込み光を対象にして、液晶セル 10 への入射光および導光板前面からの出射光の方向が垂直方向に近くなるように設計しており、したがって、外光を利用するときの液晶セル 10 への入射方向および導光板前面からの出射方向は、光源 30 からの光を利用するときよりは垂直方向に対する傾きがある程度大きい方向であるが、外光を直接液晶セル 10 に入射させる場合に比べれば、格段に垂直方向に近い。

【0059】すなわち、上記液晶表示装置は、外光を利用するときも光源 30 からの光を利用するときも反射型表示を行なうものであり、したがって、前記反射板 19 は、入射光を高い反射率で反射させるものでよい。

【0060】このため、この液晶表示装置によれば、外光も光源 30 からの光も高い効率で利用することができるから、外光を利用して表示するときも、光源 30 からの光を利用して表示するときも、十分に明るい表示をすることができる。

【0061】しかも、この液晶表示装置によれば、外光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間

に、前記導光板 20 の前面側に配置された前側偏光板 18 a と、液晶セル 10 の後面側に配置された後側偏光板 18 b とをそれぞれ 2 度ずつ透過するが、光源 30 からの光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、後側偏光板 18 b を 2 度、前側偏光板 18 a を 1 度透過するだけであり、したがって、光源 30 からの光を前面側から入射させるものでありながら、光源 30 からの光を利用するときの偏光板 18 a, 18 b による光の吸収を軽減して光の利用効率をより高くし、光源 30 からの光を利用する表示をさらに明るくすることができる。

【0062】さらに、この液晶表示装置は、液晶セル 10 の前面に導光板 20 を配置し、その端面に対向させて光源 30 を配置したものであるが、前記導光板 20 が上記プリズムシート 21 からなる屈折手段を備えているため、この導光板 20 の端面に対向させて配置した前記光源 30 からの光を、液晶セル 10 に対してその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、反射板 19 で反射された光を前記垂直な方向に近い方向に出射させることができる。

【0063】したがって、光源 30 からの光を利用する表示を、正面輝度（液晶セル 10 の前面にほぼ垂直な方向に出射する光の輝度）が高く、また視差（液晶セル 10 の画素領域を透過して入射した光の反射光で表示される画素と、反射光のうちの前記画素領域を透過して出射する光によって表示される画素とがずれて見える現象）もほとんど無い良好な表示とすることができる。

【0064】すなわち、例えば上記液晶表示装置において、上記導光板 20 を導光板本体 20 a だけで構成した場合は、光源 30 から導光板本体 20 a に取り込まれてその後面から液晶セル 10 に入射する光の向きが、垂直方向に対して大きく傾いた方向であり、その光が反射板 19 への入射角に対応した反射角で反射されるため、前記反射板 19 で反射された光の出射方向が、垂直方向に対して大きく傾いた方向であり、したがって十分な正面輝度が得られない。

【0065】しかも、この場合は、液晶セル 10 への光の入射方向が垂直方向に対して一方の側に傾いた方向であり、反射板 19 で反射された光の出射方向が反対側に傾いた方向であるため、光の入射方向とその反射光の出射方向とのずれが大きく、したがって、液晶セル 10 の画素領域を透過して入射した光の反射光で表示される画素と、反射光のうちの前記画素領域を透過して出射する光によって表示される画素とがずれて見える視差が大きい。

【0066】しかし、上記実施例のように、導光板 20 を導光板本体 20 a と上記プリズムシート 21 とで構成し、光源 30 からの光を液晶セル 10 に対して垂直方向に近い方向から入射させるようにすれば、反射板 19 により反射されて液晶セル 10 を出射し導光板 20 を透過

して前面に出射する光の出射方向を垂直方向に近くして、十分な正面輝度を得ることができるし、また液晶セル 10 への光の入射方向とその反射光の出射方向とのずれも極く小さくして、視差もほとんど無くすることができる。

【0067】さらに、上記実施例では、前記導光板 20 をその光源光の取り込み端側を外光の取り込み側に向けて配置しているため、外光を利用する表示においても、導光板 20 にその前面から入射する外光を、液晶セル 10 に対して垂直方向に近い方向から入射させることができ、したがって反射板 19 により反射された光の出射方向を垂直方向に近くして十分な正面輝度を得ることができるし、また液晶セル 10 への光の入射方向と反射板 19 により反射された光の出射方向とのずれも小さくして、視差もほとんど無くすることができる。

【0068】また、上記液晶表示装置は、その出射光が液晶セル 10 の前面に垂直な方向に近い方向に向かって出射するため、前側偏光板 18 a の前面での外光の反射による表示コントラストの低下はほとんどない。

【0069】すなわち、外光は、主に、画面に垂直な方向に対して画面の上縁側に傾いた方向から入射するため、前側偏光板 18 a の前面で反射した外光のほとんどは、図 1 に破線で示したように前側偏光板 18 a に対する入射角に応じた反射角で斜め方向に向かうが、液晶表示装置からの出射光は、外光を利用する表示においても、また光源 30 からの光を利用する表示においても、上述したように液晶セル 10 の前面に垂直な方向に近い方向に出射する。

【0070】そして、液晶表示装置の表示画像は、画面に対してその正面方向から観察されるが、上記液晶表示装置によれば、正面方向から観察される光のほとんどが液晶表示装置からの出射光であり、導光板 20 の前面で反射された斜め方向に向かう反射光はほとんど見えないため、液晶表示装置を出射する光に導光板前面からの反射光が重畳してコントラストが悪くなることはない。

【0071】さらに、上記液晶表示装置は、外光を利用するときも光源 30 からの光を利用するときも反射型表示を行なうものであるため、従来の 2 ウエイ表示型液晶表示装置に比べて、液晶セル 10 の設計の自由度が高くなり、容易に設計することができる。

【0072】すなわち、従来の 2 ウエイ表示型液晶表示装置は、外光を利用する表示が反射型表示であり、バックライトの光を利用する表示が透過型表示であって、外光を利用する反射型表示の場合は、前面側からの入射光が液晶表示装置を透過して反射され、その光が再び前記液晶表示装置を透過して前面側に出射するのに対し、バックライトの光を利用する透過型表示では、後面側からの入射光が液晶表示装置を透過して前面側に出射するため、反射型表示と透過型表示との光の透過経路の違いにより生じる表示色の相違等を補償するように液晶表示装

置を設計する必要がある。

【0073】この点、上記実施例の液晶表示装置は、外光を利用する表示も光源 30 からの光を利用する表示も反射型表示であり、いずれの表示でも光の透過経路はほとんど同じであるから、液晶セル 10 の設計は容易である。

【0074】図 2 はこの発明の第 2 の実施例による液晶表示装置の断面図であり、図において左側が画面の上縁側、右側が画面の下縁側である。この実施例の液晶表示装置は、液晶セル 10 の前面に配置する導光板 20 を、導光板本体 20 a の後面に、その光源光取り込み端面から入射した光を液晶セル 10 の前面に垂直な方向に近い方向に向けて出射させる屈折手段としてレンズシート 22 を積層した構成としたものである。なお、前記導光板本体 20 a は、上記第 1 の実施例で用いたものと同じものである。

【0075】前記レンズシート 22 は、透明板の一方の面に、その幅方向に沿う複数の横長の集光レンズ部 22 a をその幅方向に連続させて互いに平行に形成したものであり、これらの集光レンズ部 22 a は、シリンジカルレンズからなっており、そのレンズ光軸は、レンズシート 22 面に対して垂直な方向にある。

【0076】なお、前記レンズシート 22 の各集光レンズ部 22 a の配列ピッチは、液晶セル 10 の画面の上下方向における画素領域の配列ピッチと等しいか、あるいはそれより小さく（図 2 では、液晶セル 10 の画素領域の配列ピッチのほぼ $1/1.5$ ）設定されている。

【0077】このレンズシート 22 は、レンズ形成面とは反対側の平坦面を導光板本体 20 a の後面に引き合わせ、各集光レンズ部 22 a の長さ方向を前記導光板本体 20 a の光源光取り込み端面と平行にして、図示しない透明な粘着剤（両面粘着シートでもよい）により導光板本体 20 a の後面に貼り付けられている。

【0078】なお、この導光板 20 においても、導光板本体 20 a とレンズシート 22 の光の屈折率を同じにし、前記粘着剤に導光板本体 20 a およびレンズシート 22 とほぼ同じ屈折率のものをを用いて、導光板本体 20 a とレンズシート 22 の一方から他方への光透過経路を光の屈折がほとんどなく、また導光板本体 20 a とレンズシート 22 との界面での反射及び散乱がほとんどない直線的な経路にすることが望ましい。

【0079】そして、上記導光板 20 は、その導光板本体 20 a の光源光取り込み端面を外光の主な取り込み側（画面の上縁側）に向けて液晶セル 10 の前面に配置され、前記レンズシート 22 の各集光レンズ部 22 a の頂部を液晶セル 10 の前面に当接または近接させた状態で図示しない支持手段に支持されている。

【0080】また、前側偏光板 18 a は、上記導光板 20 の前面側に、その前面（導光板本体 20 a の前面）との間に僅かな間隙（空気層）を存して配置され、図示し

ない支持手段に支持されている。

【0081】なお、この実施例の液晶表示装置は、導光板20の構成が異なるだけで、他の構成は図1に示した第1の実施例の液晶表示装置と同じであるから、重複する説明は図に同符号を付して省略する。

【0082】この実施例の液晶表示装置も、外光を利用するときも光源30からの光を利用するときも反射型表示を行なうものであり、したがって、液晶セル10の後面側に設ける反射板19を入射光を高い反射率で反射させるものとして、外光も光源30からの光も高い効率で利用することができるから、外光を利用して表示するときも、光源30からの光を利用して表示するときも、十分に明るい表示を得ることができる。

【0083】また、この実施例の液晶表示装置においても、光源30からの光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、後側偏光板18bを2度、前側偏光板18aを1度透過するだけであり、したがって、光源30からの光を利用するときの偏光板18a、18bによる光の吸収を軽減して光の利用効率をより高くし、光源30からの光を利用する表示をさらに明るくすることができる。

【0084】そして、この液晶表示装置では、前記導光板20が、上記レンズシート22からなる屈折手段を備えているため、光源30から導光板20に取り込んだ光を、図2に矢線L1で示すように前記レンズシート22の各集光レンズ部22aで集光方向に屈折させて、液晶セル10に対しその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、反射板19で反射された光を垂直方向に近い方向に出射させることができる。

【0085】また、前記導光板20をその光源光の取り込み端側を外光の取り込み側に向けて配置しているため、外光を利用する表示においても、導光板20にその前面から入射する外光を、図2に矢線L2で示すように液晶セル10に対してその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、反射板19で反射された光の出射方向を垂直方向に近くすることができる。

【0086】したがって、光源30からの光を利用する表示も、また外光を利用する表示も、正面輝度が高く、また視差もほとんど無い良好な表示とすることができるし、また、出射光が液晶セル10の前面に垂直な方向に近い方向に向かって出射するのに対し、導光板20の前面で反射された光は図2に破線で示すように斜め方向に向かうため、導光板20の前面での外光の反射による表示コントラストの低下もほとんどない。

【0087】なお、上記第1および第2の実施例で用いた導光板20は、導光板本体20aの後面に光の屈折手段であるプリズムシート21またはレンズシート22を貼り合わせたものであるが、導光板20は前記屈折手段を一体に形成したものでもよい。

【0088】図3はこの発明の第3の実施例による液晶

表示装置の断面図であり、図において左側が画面の上縁側、右側が画面の下縁側である。この実施例の液晶表示装置は、液晶セル10の前面に配置する導光板20を、その後面に、光源光取り込み端面から入射した光を液晶セル10の前面に垂直な方向に近い方向に向けて出射させる屈折手段を一体に形成した構成としたものである。

【0089】すなわち、この実施例では、導光板20として、前面が光源光の取り込み端側から反対側に向かって後面に近くなるように傾斜する楔状の透明板の後面に、上記第1の実施例で用いた導光板20のプリズムシート21のプリズム部21aと同様な形状の複数の横長プリズム部21bをその幅方向に連続させて互いに平行に形成したものをを用いている。

【0090】そして、この実施例では、前記導光板20を、それよりも光の屈折率が小さい透明樹脂からなる低屈折率接着剤23により液晶セル10の前面に接着している。この接着剤23はできるだけ屈折率の低いものが望ましく、接着剤23の屈折率が低いほど、導光板20の後面の各プリズム部21bと前記接着剤23との界面での光の屈折を大きくすることができる。

【0091】また、前側偏光板18aは、上記導光板20の前面側に、その前面（導光板本体20aの前面）との間に僅かな間隙（空気層）を存して配置され、図示しない支持手段に支持されている。

【0092】なお、この実施例の液晶表示装置は、導光板20の後面に光の屈折手段として複数のプリズム部21bを一体に配列形成し、この導光板20を低屈折率接着剤23によって液晶セル10の前面に貼付けたものであるが、他の構成は図1に示した第1の実施例の液晶表示装置と同じであるから、重複する説明は図に同符号を付して省略する。

【0093】この実施例の液晶表示装置も、外光を利用するときも光源30からの光を利用するときも反射型表示を行なうものであり、したがって、液晶セル10の後面側に設ける反射板19を入射光を高い反射率で反射させるものとして、外光も光源30からの光も高い効率で利用することができるから、外光を利用して表示するときも、光源30からの光を利用して表示するときも、十分に明るい表示を得ることができる。

【0094】また、この実施例の液晶表示装置においても、光源30からの光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、後側偏光板18bを2度、前側偏光板18aを1度透過するだけであり、したがって、光源30からの光を利用するときの偏光板18a、18bによる光の吸収を軽減して光の利用効率をより高くし、光源30からの光を利用する表示をさらに明るくすることができる。

【0095】そして、この液晶表示装置では、前記導光板20が、その後面に形成した複数のプリズム部21bからなる屈折手段を備えているため、光源30から導光

板 20 に取り込んだ光を、図 3 に矢線 L1 で示すように前記各プリズム部 21b で屈折させて、液晶セル 10 に対しその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、反射板 19 で反射された光を垂直方向に近い方向に出射させることができるとともに、外光を利用する表示においても、導光板 20 にその前面から入射する外光を、図 3 に矢線 L2 で示すように液晶セル 10 に対してその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、反射板 19 で反射された光の出射方向を垂直方向に近くすることができる。

【0096】したがって、光源 30 からの光を利用する表示も、また外光を利用する表示も、正面輝度が高く、また視差もほとんど無い良好な表示とすることができるし、また、出射光が液晶セル 10 の前面に垂直な方向に近い方向に向かって出射するのに対し、導光板 20 の前面で反射された光は図 3 に破線で示すように斜め方向に向かうため、導光板 20 の前面での外光の反射による表示コントラストの低下もほとんどない。

【0097】図 4 はこの発明の第 4 の実施例による液晶表示装置の断面図であり、図において左側が画面の上縁側、右側が画面の下縁側である。この実施例の液晶表示装置は、液晶セル 10 の前面に配置する導光板 20 を、その前面に、光源光取り込み端面から入射した光を液晶セル 10 の前面に垂直な方向に近い方向に向けて出射させる屈折手段を一体に形成した構成としたものである。

【0098】すなわち、この実施例では、導光板 20 として、前面が光源光の取り込み端面から反対側に向かって後面に近くなるように傾斜する楔状の透明板の前面に、上記第 1 の実施例で用いた導光板 20 のプリズムシート 21 のプリズム部 21a と相似形で向きが逆の複数の横長プリズム部 21c をその幅方向に連続させて互いに平行に形成したものをを用いている。

【0099】そして、この実施例では、前記導光板 20 を、その後面（平坦面）を図示しない透明な粘着剤（両面粘着シートでもよい）により液晶セル 10 に貼り付けて、液晶セル 10 の前面に配置している。なお、前記粘着剤としては、導光板 20 とほぼ同じ屈折率のものを用いるのが好ましく、導光板 20 と前記粘着剤との屈折率をほぼ同じにすれば、導光板 20 と液晶セル 10 の一方から他方への光透過経路を光の屈折がほとんどなく、また導光板 20 と液晶セル 10 との界面での反射及び散乱がほとんどない直線的な経路にすることができる。

【0100】また、この実施例では、前記導光板 20 の前面、つまり前記プリズム部 21c を配列形成した凹凸面を、導光板 20 よりも光の屈折率が小さい低屈折率樹脂（透明樹脂）24 で平坦化し、導光板 20 の前面を汚れ難くしている。この平坦化用樹脂 24 は、できるだけ屈折率の低いものが望ましく、その屈折率が低いほど、導光板 20 の前面の各プリズム部 21c と前記平坦化用樹脂 24 との界面での光の屈折を大きくすることができ

る。

【0101】そして、前側偏光板 18a は、上記導光板 20 の前面側に、その前面（この実施例では平坦化用樹脂 24 の前面）との間に僅かな間隙（空気層）を存して配置され、図示しない支持手段に支持されている。

【0102】なお、この実施例の液晶表示装置は、導光板 20 を、その前面に光の屈折手段として複数のプリズム部 21c を一体に配列形成した構成としているが、他の構成は図 1 に示した第 1 の実施例の液晶表示装置と同じであるから、重複する説明は図に同符号を付して省略する。

【0103】この実施例の液晶表示装置も、外光を利用するときも光源 30 からの光を利用するときも反射型表示を行なうものであり、したがって、液晶セル 10 の後面側に設ける反射板 19 を入射光を高い反射率で反射させるものとして、外光も光源 30 からの光も高い効率で利用することができるから、外光を利用して表示するときも、光源 30 からの光を利用して表示するときも、充分に明るい表示を得ることができる。

【0104】また、この実施例の液晶表示装置においても、光源 30 からの光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、後側偏光板 18b を 2 度、前側偏光板 18a を 1 度透過するだけであり、したがって、光源 30 からの光を利用するときの偏光板 18a、18b による光の吸収を軽減して光の利用効率をより高くし、光源 30 からの光を利用する表示をさらに明るくすることができる。

【0105】そして、この液晶表示装置では、前記導光板 20 が、その前面に形成した複数のプリズム部 21c からなる屈折手段を備えているため、光源 30 から導光板 20 に取り込んだ光を、図 4 に矢線 L1 で示すように前記各プリズム部 21b で屈折させて、液晶セル 10 に対しその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、反射板 19 で反射された光を垂直方向に近い方向に出射させることができるとともに、外光を利用する表示においても、導光板 20 にその前面から入射する外光を、図 4 に矢線 L2 で示すように液晶セル 10 に対してその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、反射板 19 により反射された光の出射方向を垂直方向に近くすることができる。

【0106】したがって、光源 30 からの光を利用する表示も、また外光を利用する表示も、正面輝度が高く、また視差もほとんど無い良好な表示とすることができるし、また、出射光が液晶セル 10 の前面に垂直な方向に近い方向に向かって出射するのに対し、導光板 20 の前面で反射された光は図 4 に破線で示すように斜め方向に向かうため、導光板 20 の前面での外光の反射による表示コントラストの低下もほとんどない。

【0107】なお、上記第 1 ～ 第 4 の各実施例の液晶表示装置では、導光板 20 の側方に配置する光源 30 とし

17

て、直管状の蛍光ランプ 31 を用いるものを使用しているが、光源は、例えば複数の LED（発光ダイオード）を整列させた LED アレイ等を用いるものでもよい。

【0108】また、上記各実施例で用いた液晶セル 10 は、アクティブマトリックス方式のものであるが、この液晶セル 10 は単純マトリックス方式のものであってもよく、さらにこの発明は、TN 方式のものに限らず、液晶セルの液晶分子を $180^\circ \sim 270^\circ$ のツイスト角でツイスト配向させた STN（スーパーツイステッドネマティック）方式の液晶表示装置や、液晶の複屈折効果を利用してカラーフィルタを用いずに着色した表示を得る複屈折効果方式の液晶表示装置などにも適用することができる。

【0109】

【発明の効果】この発明の液晶表示装置は、液晶セルの後面側に配置した後側偏光板の背後に反射部材を設け、前記液晶セルの前面に、前面からの入射光と端面からの入射光とをそれぞれ後面に出射して前記液晶セルに入射させるとともに前記後面に入射する前記液晶セルからの出射光を前面に出射する導光板を配置して、この導光板の前記端面に光源を対向させ、さらに、前側偏光板を前記導光板の前面側に配置することにより、外光を利用するときも光源からの光を利用するときも反射型表示を行なうようにしたものであり、この液晶表示装置によれば、前記反射部材に入射光を高い反射率で反射させるものを用いることができたため、外光を利用して表示するときも、前記光源からの光を利用して表示するときも、十分に明るい表示を得ることができる。

【0110】しかも、この液晶表示装置によれば、外光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、前記導光板の前面側に配置された前側偏光板と、液晶セルの後面側に配置された後側偏光板とをそれぞれ 2 度ずつ透過するが、光源からの光を利用するときは、入射光が前面に出射するまでの間に、後側偏光板を 2 度、前側偏光板を 1 度透過するだけであり、したがって、光源からの光を前面側から入射させるものでありながら、光源からの光を利用するときの偏光板による光の吸収を

18

軽減して光の利用効率をより高くし、光源からの光を利用する表示をさらに明るくすることができる。

【0111】また、この発明の液晶表示装置において、前記導光板に、その端面から入射した光を前記液晶セルの前面に垂直な方向に近い方向に向けて前記後面から出射させる屈折手段を備えたものを用いれば、この導光板の端面に対向させて配置した光源からの光を液晶セルに対してその前面に垂直な方向に近い方向から入射させ、前記反射部材で反射された光を前記垂直な方向に近い方向に出射させて、光源からの光を利用する表示を、正面輝度が高く、また視差もほとんど無い良好な表示とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の第 1 の実施例による液晶表示装置の断面図。

【図 2】この発明の第 2 の実施例による液晶表示装置の断面図。

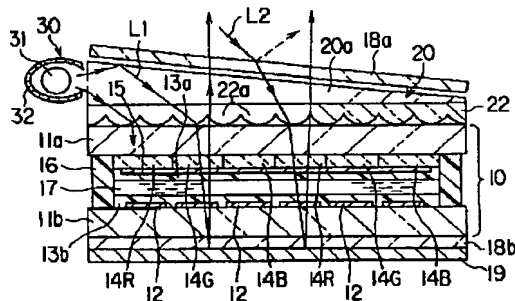
【図 3】この発明の第 3 の実施例による液晶表示装置の断面図。

【図 4】この発明の第 4 の実施例による液晶表示装置の断面図。

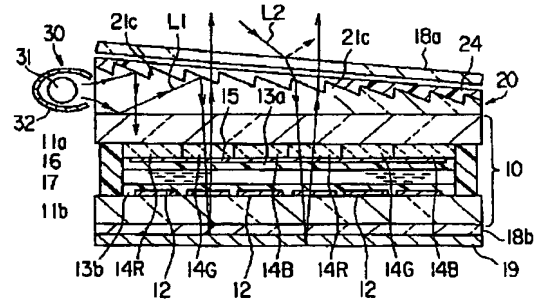
【符号の説明】

- 10…液晶セル
- 18a…前側偏光板
- 18b…後側偏光板
- 19…反射板
- 20…導光板
- 20a…導光板本体
- 21…プリズムシート（屈折手段）
- 21a…プリズム部
- 22…レンズシート（屈折手段）
- 22a…集光レンズ部
- 21b, 21c…プリズム部（屈折手段）
- 23…低屈折率接着剤
- 24…平坦化用低屈折率樹脂
- 30…光源

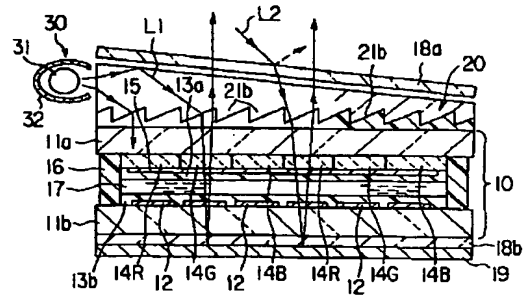
【図 2】



【図 4】



【図 3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

006 液晶折射率与电压关系的研究

楼小笑 陈家璧 曹俊卿 吉建华 刘庭宇 沈建琪 庄松林

(上海理工大学仪表学院, 上海 200093)

提要:液晶的一个重要特性是:液晶的折射率会随所加于液晶上的电压的变化而变化。利用这一特性,我们就有可能制作焦距可变的液晶透镜,变焦液晶透镜对于解决老年人因老花而需佩戴多副眼镜的问题具有重要意义。研制这种变焦透镜的前提,首先要掌握液晶折射率随所加电压变化的规律。本文正是对这一规律进行了研究实验,并得出了实验结果。

关键词:液晶,折射率,测量

An investigation on voltage dependence of the refractive index of liquid crystal

Lou Xiaoxiao Chen Jiabi Cao Junging Ji Jianhua Liu Tinyu Shen Jianqi Zhuang Songlin

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093)

Abstract: One of the most important properties of liquid crystals is that their refractive index could be changed by applying a relatively low potential across them. Using this property, it is possible to make a variable focus liquid crystal lens which may be very useful for old people who have to wear double focus glasses or more than two pairs of glasses because presbyopia. In order to develop this kind of variable focus lens, the continuous change of the refractive index of liquid crystal by the voltage applied to the crystal should be investigated. The results of investigation for some liquid crystals are presented in this paper.

Key words: liquid crystals, refractive index, measurement.

1 引言

在液晶的众多特性中,双折射性是最重要的一个,从物理上讲,双折射是由于大量各向异性分子的排列而引起的,各向异性不仅影响分子的几何形状,而且影响电子轨道的非均匀性。随着向列中分子排列的增加,光学双折射效应也相应地增加。因此,如果我们改变加于液晶上的电压,其双折射率也会相应地改变。利用这一特性,我们就有可能制作变焦液晶透镜。为了发展这种技术,首先需对液晶折射率随电压变化的函数关系加以研究。

我们知道,各向同性液体的折射率可以方便、准确地由阿贝折射仪测定。阿贝折射仪的工作原理是基于光线在液体与光学玻璃棱镜交界面的内反射,其可测量的最大折射率值即是光学玻璃棱镜的折射率。而向列相液晶中非常光的折射率 n_e 有可能大于阿贝折射仪中棱镜的折射率,因而阿贝折射仪只能测定液晶中寻常光的折射率 n_o ,而不能测非常光的折射率 n_e ,而 n_e 的值恰恰正是我们所关心的,因其值会随加于液晶上电压 v 的变化而变化。为了确定 n_e 与 v 之间的关系,我们可以先用阿贝仪测出寻常光的折射率 n_o ,然后用干涉法来确定 n_e 与 n_o 之间的关系。在实验中,我们所用的液晶盒是由两块夹角约为 60° 的平面玻璃组成的,入射光经两玻璃板反射后产生干涉条纹,利用水平、垂直偏振器来分开寻常光线和非常光线,寻常光线和非常光线产生的条纹间距不同,一旦测定条纹间距,则 n_e 与 v 的关系也可确定。

2 测量原理与实验

如图1所示,液晶盒由两块平面玻璃组成,楔角约为 60° ,两玻璃板均镀有一层表面活化剂,并经过擦磨使其分子排列方向垂直于两平面玻璃的交线——楔棱,注入盒内的液晶,其分子排列也垂直于楔棱,然后将液晶盒放入如图2所示的光学系统中。

从氩-氦激光器发出的光经半波片及扩束系统以 7° 入射角入射到液晶盒。激光束的偏振方向平行于组成液晶盒两平面玻璃的交线,经过半波片后,偏振方向相对于原方向偏转 45° ,经液晶盒反射后,两束偏振光形成各自的干涉条纹,从第一块玻璃后表面反射回来的光线不通过液晶,且其偏振方向也不改变,而从第二块玻璃前表面反射的光线将穿过液晶且偏振方向将受到液晶的影响。因为第一块玻璃的前表面和第二块玻璃的后表面皆镀有非反射膜,从这两个表面反射的光线可不考虑。所以经过液晶盒后只存在两束光,这两束光经立方棱镜又被分成四束光,其中偏振方向垂直于楔棱的光束再一次被棱镜反射,而偏振方向平行于楔棱的光束将不改变方向地穿过棱镜。两束光各自在空间产生相应的干涉条纹。在此实验中,CCD1检测到的条纹间距是由偏振方向平行于楔棱的光束产生的条纹。由于其中一束光经过第二块平板前表面的反射即带有液晶的影响因子,故此束光为异常光。CCD2检

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)